

# PRIMJENA VANJSKE RASVJETE NA OSVJETLJAVANJE PROMETNICA

---

**Trupec, Tena**

**Undergraduate thesis / Završni rad**

**2020**

*Degree Grantor / Ustanova koja je dodijelila akademski / stručni stupanj:* **Karlovac University of Applied Sciences / Veleučilište u Karlovcu**

*Permanent link / Trajna poveznica:* <https://um.nsk.hr/um:nbn:hr:128:158665>

*Rights / Prava:* [In copyright](#)/[Zaštićeno autorskim pravom.](#)

*Download date / Datum preuzimanja:* **2025-02-04**



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
Karlovac University of Applied Sciences

*Repository / Repozitorij:*

[Repository of Karlovac University of Applied Sciences - Institutional Repository](#)



zir.nsk.hr



DIGITALNI AKADEMSKI ARHIVI I REPOZITORIJ

Veleučilište u Karlovcu  
Odjel Sigurnosti i zaštite  
Stručni studij sigurnosti i zaštite

Tena Trupec

# **Primjena vanjske rasvjete na osvjetljavanje prometnica**

ZAVRŠNI RAD

Karlovac, 2020.

Karlovac University of Applied Sciences  
Safety and Protection Department  
Professional undergraduate study of Safety and Protection

Tena Trupec

# **Application of outdoor lighting to road lighting**

Final paper

Karlovac, 2020.



**VELEUČILIŠTE U KARLOVCU**  
KARLOVAC UNIVERSITY OF APPLIED SCIENCES  
Trg J.J.Strossmayera 9  
HR-47000, Karlovac, Croatia  
Tel. +385 - (0)47 - 843 - 510  
Fax. +385 - (0)47 - 843 - 579



## VELEUČILIŠTE U KARLOVCU

Stručni studij: Sigurnost i zaštita

Usmjerenje: Zaštita na radu

Karlovac, rujan, 2020.

## ZADATAK ZAVRŠNOG RADA

Student: Tena Trupeć

Matični broj: 0415617016

Naslov: Primjena vanjske rasvjete na osvijetljavanje prometnica

Opis zadatka:

U završnom radu bit će govora o primjeni vanjske rasvjete na osvijetljavanje prometnica kao i utjecaj svjetla na ljudsko oko u prometu.

Zadatak zadan:

Rok predaje rada:  
obrane:

Predviđeni datum:

04/2020

06/2020

09/2020

Mentor:

dr.sc. Slaven Lulić

Predsjednik Ispitnog povjerenstva:

Ivan Štedul, prof.

## PREDGOVOR

*Zahvaljujem mentoru dr.sc. Slavenu Luliću koji je pratio cijeli proces nastajanja završnog rada i svojim savjetima usmjeravao me kako da prevladam probleme koji bi se pojavili prilikom izrade završnog rada.*

*Također se zahvaljujem kolegama i prijateljima na pruženoj pomoći i podršci tijekom izrade završnog rada.*

*Od srca zahvaljujem svojoj obitelji na pruženoj potpori tijekom studija.*

## **SAŽETAK**

Ljudska potreba za vožnjom automobila i drugih prijevoznih sredstava te samo kretanje po nogostupima je vrlo velika, stoga je bitno osvijetljavanje iste. Cestovna rasvjeta je čimbenik u prometu koji sprječava nastajanje prometnih nesreća. Dokazano je da se veći broj nesreća događa tijekom noći. Analizom same svjetlosti i njenih obilježja vidi se kako svjetlost utječe na promet ali i na samog čovjeka.

**KLJUČNE RIJEČI:** svjetlost; osvijetljenje; cestovna rasvjeta

## **SUMMARY**

The human need to drive cars and other means of transport and to move on the sidewalks is very high, so it is important to illuminate it. Road lighting is a traffic factor that prevents the occurrence of traffic accidents. It has been proven that a greater number of accidents occur during the night. The analysis of light itself and its characteristics shows how light affects traffic but also man himself.

**KEY WORDS:** light; illumination; road lighting

## SADRŽAJ

|   |    |
|---|----|
| 1. UVOD .....   | 1  |
| 2. SVJETLOST .....  | 2  |
| 2.1. Svjetlotehničke veličine.....                          | 3  |
| 2.1.1. Svjetlosni tok.....                                  | 4  |
| 2.1.2. Jakost svjetlosti.....                               | 4  |
| 2.1.3. Rasvijetljenost .....                                | 5  |
| 2.1.4. Luminacija.....                                      | 6  |
| 3. IZVORI SVJETLOSTI U VANJSKOJ RASVJETI.....               | 7  |
| 3.1. Izvori sa žarnom niti .....                            | 8  |
| 3.2. Izvori s plemenitim plinovima ili metalnim parama..... | 9  |
| 3.3. Poluvodički izvori (LED).....                          | 9  |
| 4. UTJECAJ SVJETLOSTI NA ČOVJEKA.....                       | 12 |
| 4.1. Elementi sustava rasvjete.....                         | 12 |
| 4.1.1. Izvor svjetlosti.....                                | 12 |
| 4.1.2. Svjetiljke .....                                     | 13 |
| 5. MJERILA KVALITETE CESTOVNE RASVJETE.....                 | 15 |
| 5.1. Razina luminancije površine kolnika .....              | 15 |
| 5.2. Jednolikost luminancije površine kolnika.....          | 16 |
| 5.3. Razina rasvijetljenosti okolice ceste .....            | 17 |
| 5.4. Ograničenje blještanja.....                            | 17 |
| 5.5. Spektralni sastav izvora svjetlosti.....               | 19 |
| 5.6. Vizualno vođenje .....                                 | 19 |
| 5.7. Površina kolnika.....                                  | 19 |
| 5.8. Svrha cestovne rasvjete.....                           | 20 |
| 5.9. Cestovna rasvjeta kao mjera sigurnosti prometa .....   | 21 |
| 6. RASVJETA PROMETNICA .....                                | 22 |
| 6.1. Jednostrani raspored.....                              | 22 |
| 6.2. Dvostrani raspored.....                                | 22 |
| 6.3. Centralni raspored .....                               | 23 |
| 6.4. Dvostrani centralni raspored .....                     | 23 |
| 6.5. Osni poprečni raspored.....                            | 24 |
| 6.6. Osni uzdužni raspored.....                             | 24 |

|      |                                  |    |
|------|----------------------------------|----|
| 6.7. | Raspored izvora po zavojima..... | 24 |
| 7.   | HRN EN 13201 .....               | 26 |
| 7.1. | Oznaka: HRN EN 13201-3:2016..... | 26 |
| 7.2. | Oznaka: HRN EN 13201-5:2016..... | 26 |
| 7.3. | Oznaka: HRN EN 13201-4:2016..... | 27 |
| 7.4. | Oznaka: HRN EN 13201-2:2016..... | 28 |
| 7.5. | Oznaka: HRN EN 13201-3:2008..... | 28 |
| 7.6. | Oznaka: HRN EN 13201-2:2008..... | 29 |
| 7.7. | Oznaka: HRN EN 13201-4:2008..... | 29 |
| 8.   | ZAKLJUČAK .....                  | 30 |
| 9.   | POPIS LITERATURE .....           | 31 |
| 10.  | POPIS SLIKA .....                | 32 |

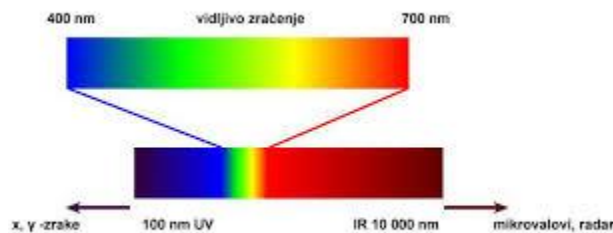


## 1. UVOD

Nedavna su istraživanja potvrdila da je svjetlo vrlo bitno pri produktivnosti. Manjak svjetla na ljude djeluje uspavljujuće, dok veća razina svjetlosti utječe na budnost i raspoloženje. Bitno je odrediti točnu količinu svjetla koja je potrebna u određenoj prostoriji za lako obavljanje posla bez poteškoća. U definicija svjetlost je elektromagnetsko zračenje koje je vidljivo ljudskom oku. Kao što nam je važna sama svjetlost tako nam je važna i vanjska rasvjeta. Vanjska rasvjeta se postavlja na prometnicama ovisno o duljini prometnica i samom mjestu iste. Osnova svake rasvjete je izvor koji toplinsku, električnu ili elektromagnetsku energiju pretvara u svjetlosnu energiju. Svjetlost pripada fotometrijskim veličinama, a fizički bitna veličina je svjetlosni tok.

## 2. SVJETLOST

Svjetlost je elektromagnetsko zračenje valnih duljina od  $10^{-7}$  m do  $10^{-3}$  m koje nadražuje mrežnicu oka i tako u organizmu izaziva osjećaj vida. Takva vrsta zračenja zove se optičko zračenje. Od ukupne energije koju zrači neki izvor svjetlosti, samo elektromagnetsko zračenje valnih duljina od 380 do 780 nm može izazvati vizualni osjećaj svjetline i naziva se vidljivi dio spektra. Ispred i iza tog dijela spektra nalazi se infracrveno (IR) i ultraljubičasto (UV) područje. Infracrvene zrake se nazivaju i toplinske zrake, a one su vrlo važne za život jer donose toplinu sa Sunca. Infracrveno područje obuhvaća valne duljine od 780 nm do 1 mm, dok ultraljubičasto područje obuhvaća valne duljine od 100 nm do 380 nm. Ultraljubičasto zračenje djeluje štetno na kožu i potkožno tkivo ako je dugotrajna izloženost Suncu.



Slika 1. Vidljivo zračenje

Tri osnovna načina proizvodnje svjetlosti korištenjem električne energije. To su:

- toplinsko zračenje – klasične žarulje, halogene žarulje
- izboj u plinu – fluo cijevi, metal-halogene žarulje, natrijeve žarulje
- elektroluminescentni efekt – LED

Na primjer:

- Halogene žarulje su malene pa se odlično uklapaju sa malim rasvjetnim tijelima.
- Štedne žarulje troše malo energije, a traju jako dugo. Zbog toga se one danas sve više koriste.
- Metal-halogene žarulje su žarulje vrhunskih karakteristika po svojoj efikasnosti i kvaliteti svjetla. Troše manje energije od fluo cijevi, ali nisu namijenjene čestom paljenju odnosno gašenju i zbog toga se ne koriste u domaćinstvu.
- LED diode su vrlo prilagodljive. One su malih dimenzija, troše energije koliko i štedne žarulje, te se mogu nalaziti u bilo kakvom prostoru. U budućnosti se koriste diode koje omogućuju mijenjanje boja te na taj način stvaraju novi i moderniji doživljaj u prostor.

## 2.1. Svjetlotehničke veličine

Osnovne svjetlotehničke veličine su veličine koje se najčešće upotrebljavaju, a neke od njih su: svjetlosni tok, jakost svjetlosti, rasvijetljenost, sjajnost. Prikazane u tablici ispod sa svojim mjernim jedinicama, oznakama te formulama.

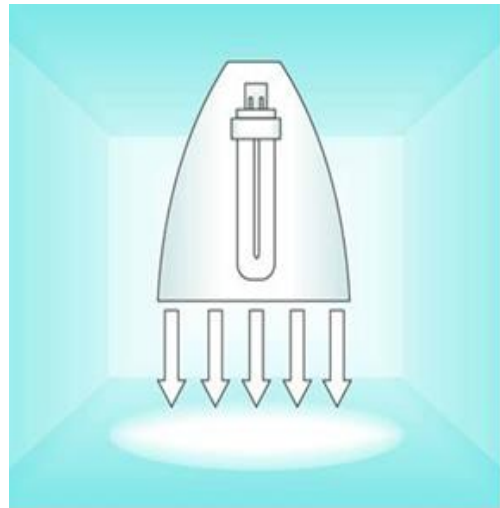
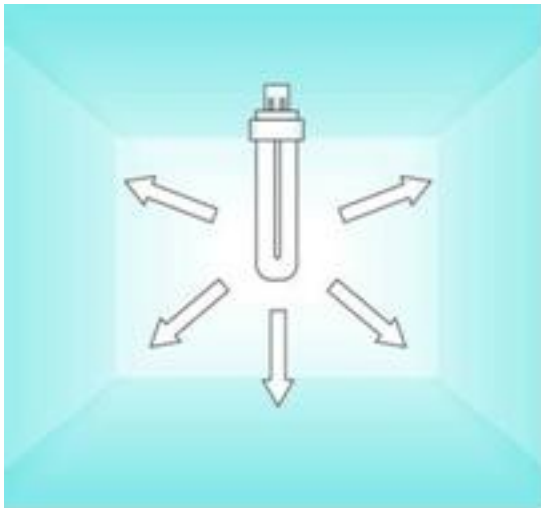
| Veličina                  | Oznaka | Formula                  | Mjerna jedinica                          |
|---------------------------|--------|--------------------------|--|
| Svjetlosni tok            | $\Phi$ | $\Phi = I \times \Omega$ | Lumen (lm)                               |
| Jakost svjetlosti         | I      | $I = \Phi / \Omega$      | Candela (cd)                             |
| Rasvijetljenost           | E      | $E = \Phi / A$           | Lux (lx)                                 |
| Sjajnost<br>(luminancija) | L      | $L = I / A$              | Candela po kv.metru (cd/m <sup>2</sup> ) |

Tablica 1. Svjetlotehničke veličine

### 2.1.1. Svjetlosni tok

Svjetlosni tok ili svjetlosni fluks je ukupna emitirana snaga zračenja nekog izvora svjetlosti koje ljudsko oko prenosi kao svjetlost. Svjetlosni tok je zapravo određen kao umnožak svjetlosne jakosti i ugla osvjetjenja.

- oznaka:  $\Phi$
- mjerna jedinica: lumen [ $lm$ ],  $lm = cd / sr$ , (sr=steradian je mjerna jedinica prostornog ugla)
- formula:  $\Phi_s = I_s \cdot \omega$



Slika 2. Svjetlosni tok

### 2.1.2. Jakost svjetlosti

Svjetlosna jakost je fizikalna veličina koja opisuje snagu elektromagnetskog zračenja točkastog izvora. To je jakost svjetlosti koja u određenom smjeru zrači monokromatski izvor svijetla frekvencije  $540 \times 10^{12}$  Hz i snage zračenja u tom smjeru od  $1/683$  W/sr.

- oznaka:  $I_s$
- mjerna jedinica: kandela [ $cd$ ]

➤ formula:  $I_s = \frac{\Phi_s}{\omega}$



Slika 3. Jakost svjetlosti

### 2.1.3. Rasvjetljenost

Rasvjetljenost (eng. illumination) je osvjetljenje neka površina. Svaki prostor zahtijeva različitu rasvjetljenost. Na primjer: za hodnike je dovoljno imati 100 luksa, dok je za ugodno čitanje potrebno minimalno 500 luksa. Količina luksa se razlikuje ovisno o vrsti prostora. Rasvjetljenost se proračunava pomoću profesionalnih kompjuterskih programa izrađenih za tu namjenu.

➤ mjerna jedinica: luks [lx]

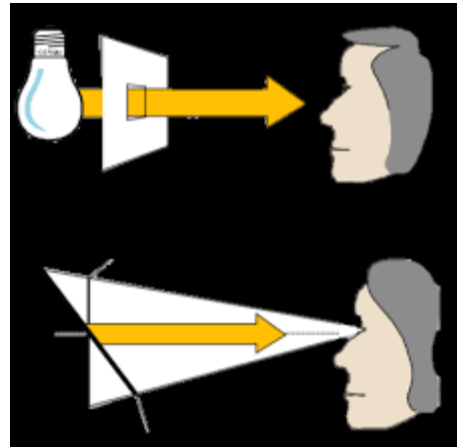
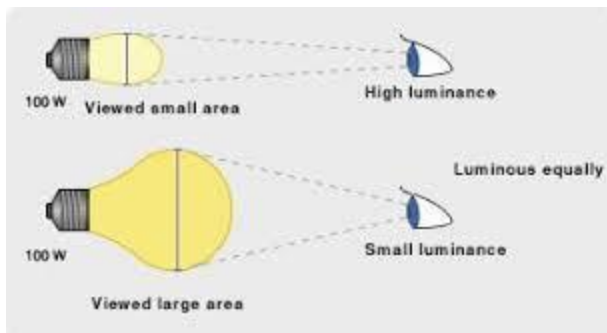


Slika 4. Rasvjetljenost

#### 2.1.4. Luminacija

Luminacija ili sjajnost je kada svjetlost padne na neku površinu, ta se svjetlost tada odbija, prolazi kroz to tijelo ili se raspršuje te se zbog toga ta površina ponaša kao izvor svjetlosti. Luminacija je najvažniji podatak koji je potreban pri projektiranju rasvjete prometnica. Ona je također svjetlotehnička veličina, ali razlikuje se od ostalih jer je ona jedina veličina koju ljudsko oko neposredno osjeća.

- mjerna jedinica: kandela po kvadratnoj površini [ $cd/m^2$ ]



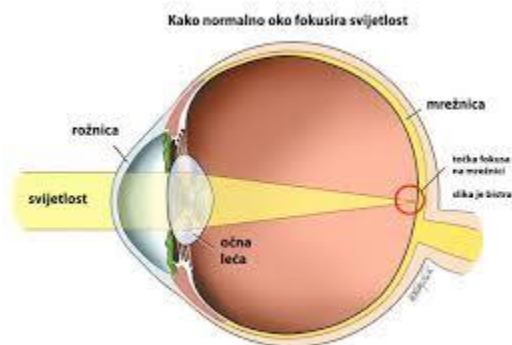
Slika 5. Luminancija

### 3. IZVORI SVJETLOSTI U VANJSKOJ RASVJETI

Električna rasvjeta je dobivena uz pomoć električne struje. U žaruljama svjetlost nastaje zračenjem užarenoga tijela, a temperatura se postiže prolaskom električne struje kroz to tijelo s dovoljnim električnim otporom. Takav princip rada imaju obična žarulja sa žarnom niti i halogena žarulja.

Svjetlo je osjećaj koji nastaje podražajem očnog živca u oku. Taj podražaj dolazi u oko s različitih tijela koja nas okružuju, te ih tako vidimo. Fizikalno tijelo s kojega dolazi podražaj zove se izvor svjetlosti. Izvori svjetlosti mogu biti primarni i sekundarni te prirodni i umjetni.

Ljudsko oko može reagirati na jako tamna ali i jako svijetle razine svjetlosti jer njegove senzorne sposobnosti dosežu devet redova magnituda.



Slika 6. Utjecaj svjetlosti na ljudsko oko

Primarni izvori svjetlosti su ona tijela koja svijetle sama od sebe. To su na primjer:

- tijela visoke temperature; Sunce, zvijezde i užarene kovine
- tijela koja isijavaju svjetlost na račun kemijskih procesa koji se u njima događaju; fosfor, svijetleći kukci
- tijela koja svijetle zbog električnih izbijanja; razrijeđeni plinovi u svijetlećim cijevima

Sekundarni izvori svjetlosti su sva tijela od kojih se svjetlost odbija. Nama najpoznatiji primjer je Mjesec jer se od njega odbija svjetlost koja dolazi sa Sunca.

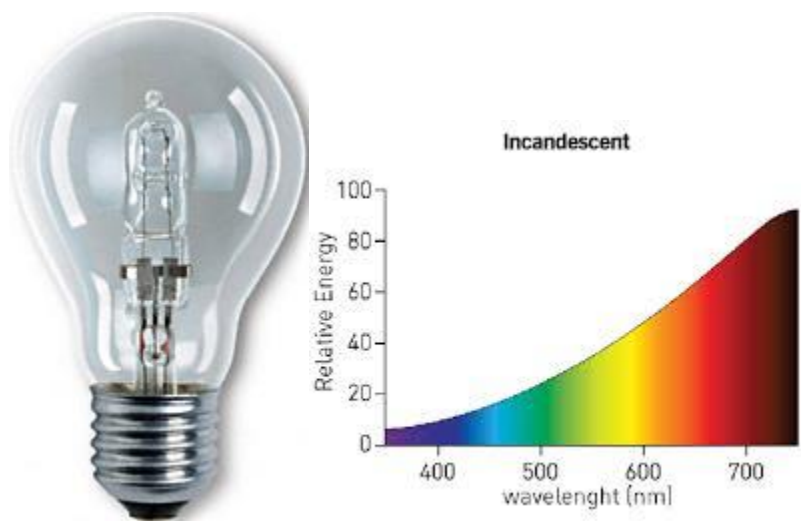
Umjetni izvori svjetlosti su tijela koja svijetle izgaranjem ili se zagriju pomoću električne struje na visokoj temperaturi. Primjeri takvih umjetnih izvora svjetlosti su: baklje, svijeće, petrolejske svjetiljke, žarulje, električni luk.

Današnji izvori svjetlosti su:

- izvori sa žarnom niti
- izvori s plemenitim plinovima ili metalnim parama
- poluvodički izvori (LED)

### 3.1. Izvori sa žarnom niti

Žarulja sa žarnom niti najstariji je električni izvor svjetlosti i koristi se već godinama. Žarulje sa žarnom niti su žarulje s toplinskim isijavanjem koje stvaraju svjetlost zagrijavanjem pomoću volframske niti. Kad se električna struja priključi na volframsku žicu ona se užari. Ta nit se nalazi u zatvorenom staklenom balonu koji može biti pod vakuumom ili je ispunjen nekim plinom. Žarulje pretvaraju oko 5% energije koju troše u svjetlost, a ostatak isijava kao toplina.

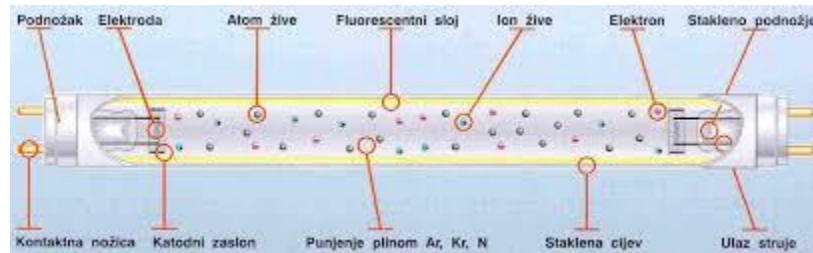


Slika 7. Žarulja sa žarnom niti i spektralni dijagram energetske učinkovitosti



### 3.2. Izvori s plemenitim plinovima ili metalnim parama

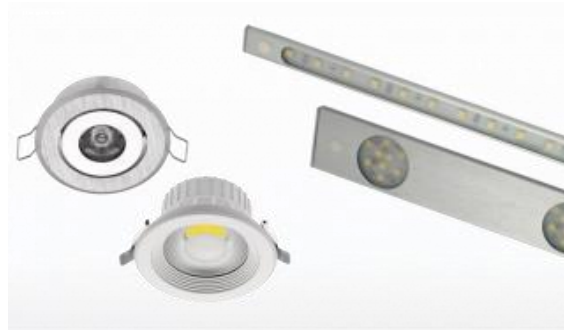
Izvori s plemenitim plinovima ili metalnim parama sastoje se od tankih staklenih cijevi dužine do 2 m, promjera 10-35 mm s po jednom utaljenom metalnom elektrodom 5 sa svake strane. One su punjene razrijeđenim plemenitim plinom (npr. neonom, odakle i naziv neonske cijevi).



Slika 8. Izvor svjetlosti na električno pražnjenje

### 3.3. Poluvodički izvori (LED)

LED rasvjeta ja najnoviji model štedne rasvjete koja se razlikuje od današnjih štednih (CFL), običnih Wolfram sijalica, sijalica visokog pritiska i slično. Sastoji se od svjetlećih dioda (LED eng. Light Emitting Diode) potpomognutih CREE čipom. LED rasvjetni proizvodi za zamjenu svih današnjih modela rasvjetnih proizvoda omogućavaju uštedu električne energije do 80% te dugi vijek trajanja od preko 50.000 sati uz garanciju do 3 godine. Prednosti su mnogobrojne. Prije svega visoka efikasnost u pretvaranju električne energije u svjetlosnu, male dimenzije, lako podešavanje jačine osvjetljenja, duži radni vijek.



Slika 9. LED rasvjeta

Među različitim izvorima vanjske rasvjete razlikujemo i nekoliko vrsta žarulja:

- živine žarulje
- metal halogene žarulje
- natrijeve žarulje

Živine žarulje energetski su učinkovitije, a svjetlosna efikasnost kreće se od 35 do 65  $lm/W$ . Osim toga, prednost je i dulji radni vijek koji se kreće do 24.000 sati i jaka žuta svjetlost. Ovakve žarulje koriste se za osvjetljenje velikih površina, kao što su tvornice, skladišta i sportski tereni, ali i za uličnu rasvjetu. Prozirne živine žarulje proizvode žutu svjetlost sa zelenkasto-plavim sjajem zbog živine kombinacije linija spektra.

Metal halogene žarulje koriste se za osvjetljenje prostora gdje je izrazito važna kvaliteta svjetla i visoka razina svjetlosti. To su supermarketi, stadioni, teninski tereni, sportske dvorane, izložbeni prostori. Odlična stabilnost boja osigurava dobru raspodjelu svjetlosti kroz cijeli vijek korištenja. Tradicionalne kvarcne metal halogene lampe oblikom su slične živinim, no one rade na višim temperaturama i pritiscima.

Natrijeve žarulje najčešće se primjenjuju za osvjetljavanje tunela, parkova, ulica, aerodroma, kolodvora. Ekonomično su izrazito efikasne, bijelo tople su boje, imaju visoki svjetlosni tok, otporne su na udarce i vibracije, dugi vijek trajanja, te omogućavaju dobru vidljivost po lošem vremenu (magla, kiša) zbog čega imaju primjenu na svim onim mjestima gdje su vizualna udobnost i ekonomičnost glavni činitelji.

Visokotlačna natrijeva sijalica pripada u visokotlačne sijalice na izboj (HID) u kojoj se svjetlost proizvodi iz zračenja natrijevih para koje djeluju na djelomičnom tlaku od oko 13 300 Pa. Uklanjanje standardnih visokotlačnih natrijevih sijalice predviđeno je Uredbom EC 245/2009.

Kod niskotlačne natrijeve sijalice svjetlost se proizvodi zračenjem nastalog stvaranjem natrijevih para koje djeluju na djelomičnom tlaku od 0,1 do 1,5 Pa.

Nisko/visokotlačne natrijeve sijalice, kao i metal-halogene spadaju u visokotlačne sijalice na izboj (HID). Velika većina instalacija javne rasvjete temelji se na ovom sustavu, pogotovo u cestovnoj rasvjeti.

## **4. UTJECAJ SVJETLOSTI NA ČOVJEKA**

Svjetlost je elektromagnetska energija koja se valovima valne dužine od 400 do 760 nm (nanometar – milijarditi dio metra) širi prostorom. Svjetlosnu energiju treba iskorištavati oprezno, razumno, nadzirano i uravnoteženo, jer inače dovodi do poremećaja u živih bića i njihova okoliša.

Učinak svjetlosti na čovjeka ovisi o značajkama svjetlosnih zraka i svojstvima dijelova tijela na koje te zrake padaju. Svjetlost također utječe i na raspoloženje.

Umjetno svjetlo kojim se koristimo za ravjetljavanje životnog prostora u noćnim satima također ima snažno djelovanje na naše zdravlje. Umjetnom svjetlu izloženi smo često i dugo. Osim u svojim domovima, izloženi smo mu i na radnim mjestima, trgovačkim centrima, restoranima. Svojim intenzitetom, spektrom i dužinom izloženosti umjetna rasvjeta utječe na prirodni bio ritam čovjeka.

### **4.1. Elementi sustava rasvjete**

Kvalitetu sustava cestovne rasvjete određuju tehnička svojstva i kvaliteta njenih osnovnih elemenata:

- izvora svjetlosti,
- svjetiljke,
- površine kolnika.

#### **4.1.1. Izvor svjetlosti**

Izvori svjetlosti električnu, toplinsku ili elektromagnetsku energiju pretvara u energiju svjetlosnog zračenja, izraženu svjetlosnim tokom izvora i mjerenu u lumenima. U cestovnoj rasveti najzastupljenije su živine žarulje, dok se natrijeve žarulje postavljaju na cestama višeg stupnja (gradske autoceste, brze ceste) i daju žuto bijelu svjetlost koja

osigurava dobru vidljivost i u uvjetima magle i kiše. Halogene žarulje se primjenjuju na raskrižjima izvan razine osvijetljenih s visokih stupova.

#### **4.1.2. Svjetiljke**

Svjetiljke se koriste za osvijetljivanje prometnica, gradskih ulica gdje su postavljene na stupovima, a negdje i na pročelju zgrada.

Osnovne vrste svjetiljki koje se koriste u sustavima cestovne rasvjete su:

- standardne svjetiljke za montažu na stup, zid ili nosivu žicu,
- svjetiljke za rasvjetu tunela,
- reflektori.



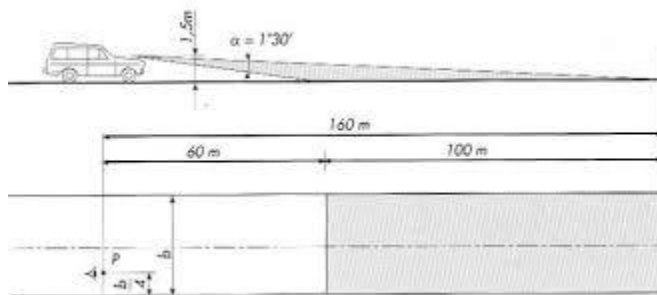
Slika 10. Rasvjeta na parkiralištu



Slika 11. Ulična rasvjeta



Slika 12. Rasvjeta u tunelu



Slika 13. Prometna rasvjeta

## 5. MJERILA KVALITETE CESTOVNE RASVJETE

Mjerila kvalitete cestovne rasvjete s motornim prometom temelji se na luminancije.

Luminancija je gustoća jakosti svjetlosti u točno određenom smjeru promatranja.

Mjerila kvalitete rasvjete cesta za motorni promet su:

- razina luminancije površine kolnika,
- jednolikost luminancije površine kolnika,
- razina rasvijetljenosti okolice ceste,
- ograničenje blještanja,
- spektralni sastav izvora svjetlosti,
- vizualno vođenje.

### 5.1. Razina luminancije površine kolnika

Srednja razina luminancije je veličina koja vozaču osigurava uočavanje situacije koja se nalazi ispred njega. Prema HRN EN 13201 srednja razina luminancije kolnika određuje se za svaku prometnicu. Dobiva se zbrajanjem svih bitnih elemenata koji opisuju prometnu situaciju, a to su:

- smještaj prometnice unutar ili izvan naselja,
- poprečni profil prometnice iz kojeg je vidljivo kako je organiziran promet za sve sudionike,
- broj vozila na dan i dozvoljena maksimalna brzina vožnje (km/h),
- broj raskrižja na bližoj i daljnjoj udaljenosti,
- konfliktne zone (pješačke prijelaze i sl.).

Luminancija rasvijetljene površine kolnika ovisi o:

- svjetlotehničkih osobina zračenja svjetiljki,
- geometrije instalacije cestovne rasvjete,
- refleksijskih svojstava rasvijetljene površine kolnika.

Luminancija neke točke "T" promatrane iz točke "P" proporcionalna je vodoravnoj rasvijetljenosti u točki "T" i dana je izrazom:

$$L = q \cdot E_h \text{ (cd/m}^2\text{)}$$

q-koeficijent luminancije;  $E_h$ -vodoravna rasvijetljenost

## 5.2. Jednolikost luminancije površine kolnika

Jednolikost luminancije površine kolnika utječe na vidnu sposobnost zapažanja. Prema normi HRN 13201 postoje dvije vrste jednolikosti luminancije, a to su:

- opća jednolikost luminancije,
- uzdužna jednolikost luminancije.

Opća jednolikost ovisi o:

- svjetlotehničkih osobina zračenja svjetiljki,
- svjetlosnog toka izvora svjetlosti,
- geometrije instalacije cestovne rasvjete,
- refleksijskih svojstava rasvijetljene površine kolnika.

Minimalna vrijednost opće jednolikosti luminancije ne bi smjela biti manja od 0,4, na taj način se izbjegavaju mračne zone i osigurava vozaču pravodobno uočavanje.



Uzdužna jednolikost ovisi o:

- svjetlotehničkih osobina zračenja svjetiljki,
- svjetlosnog toka izvora svjetlosti,
- geometrije instalacije cestovne rasvjete,
- refleksijskih svojstava rasvijetljene površine kolnika.

### **5.3. Razina rasvijetljenosti okolice ceste**

Kvalitetna cestovna rasvjeta osigurava da se na dobro osvijetljenoj površini kolnika mogu uočiti sve moguće zapreke i prepreke koje se na njoj nalaze. Teškoće pri zapažanju nastaju ako je zapreka visoka, na dijelovima ceste u zavoju ili u usponu. Za dobre uvjete zapažanja u vožnji cestom, treba biti rasvijetljena i neposredna okolica ceste.

### **5.4. Ograničenje blještanja**

Blještanje je smanjenje viđenja uzrokovano velikim kontrastom u vidnom polju.

Kvantitativni mjerljivi pokazatelji tog smanjenja su:

- manja osjetljivost na kontrast,
- manja oštrina viđenja,
- manja brzina zapažanja.



Slika 14. Blještanje u prometu

Razlikuju se dvije vrste blještanja:

- psihološko,
- fiziološko.

Psihološko blještanje – smanjuje zapažanje vozača zbog zamora oka, uzrokovanog trajno prisutnim blještanjem izvora svjetlosti.

Fiziološko blještanje – smanjuje vidnu sposobnost, smanjuje brzinu percepcije. Za raspoznavanje objekata potrebna je razlika između objekta i pozadine, a što je ona veća, objekt će biti bolje vidljiv.

## 5.5. Spektralni sastav izvora svjetlosti

Spektralni sastav izvora svjetlosti određuje njegovu boju i boju rasvijetljenih predmeta, a utječe na:

- oštrinu viđenja,
- kvalitetu luminancije površine kolnika,
- brzinu zapažanja.

## 5.6. Vizualno vođenje

Vizualno vođenje predstavlja skup mjera koje vozaču pružaju trenutačnu jasnu sliku ceste. Na nerasvijetljenoj cesti vizualno je vođenje noću ograničeno na prostor ispred vozila, unutar dometa automobilskih svjetala.

## 5.7. Površina kolnika

Na površini kolnika su određene oznake a neke od njih su:

- uzdužne oznake,
- poprečne oznake,
- ostale oznake na kolniku i predmetima uz rub kolnika.

Kao što znamo oznake na kolniku bijele su boje dok su izuzetak oznake žutom bojom kojima se obilježavaju:

- oznake mjesta na kolniku i nogostupu na kojima je zabranjeno parkiranje,
- crta za odvajanje traka za kretanje vozila javnog prijevoza putnika,
- oznake parkirališnog mjesta za osobe s invaliditetom,
- oznake kojima se obilježavaju mjesta za određene namjene (autobusna stajališta, taxi-vozila, policija, biciklističke i pješačke staze),
- naprave za smirivanje prometa (umjetne izbočine i uzdignute plohe),

- oznake kojima se privremeno preusmjerava promet (privremena regulacija prometa) i obilježavaju privremene opasnosti na kolniku.

Četiri osnovna tipa površine kolnika:

- hrapava – hrapava (površina je hrapava u markrostrukтури i mikrostrukтури)
- hrapava – glatka (površina je hrapava u markrostrukтури, a glatka u mikrostrukтури)
- glatka – hrapava (površina je glatka u markrostrukтури, a hrapava u mikrostrukтури)
- glatka – glatka (površina je glatka u markrostrukтури i mikrostrukтури)

## **5.8. Svrha cestovne rasvjete**

Svaki se vozač u prometu oslanja na određenu razinu vlastitog zapažanja. Tako pouzdanost zapažanja ovisi o vozačevoj sposobnosti brzog i sigurnog uočavanja svih pojedinosti i promjena u vlastitom vidnom polju, a i izvan njega.

Cestovna rasvjeta treba omogućiti uvjete kojima se vidi i noću i danju, najviše za:

- vozače motornih, zaprežnih i drugih vozila,
- bicikliste,
- pješake.

Kvalitetna cestovna rasvjeta:

- pridonosi smanjenju prometnih nezgoda,
- umanjuje vizualne probleme pri nailasku vozača na tunel,
- vozaču pri prolasku kroz tunel olakšava vidnu prilagodbu,
- omogućava veće brzine kretanja motornih vozila,
- pridonosi većem iskorištenju cestovne mreže noću,
- osigurava sigurno kretanje pješaka.

Cestovna rasvjeta postavlja se u zonama povećane opasnosti:

- dionice cesta i autocesta,
- mostovi, tuneli i galerije,
- prometna čvorišta u dvije i više razina,
- granični prijelazi,
- prometno-uslužni objekti autocesta i brzih cesta,
- prometne površine centara za održavanje i kontrolu prometa.

### **5.9. Cestovna rasvjeta kao mjera sigurnosti prometa**

Na sigurnost prometa noću u znatnoj mjeri utječe gubitak ili slabljenje osnovnih vidnih funkcija u mraku.

Osnovne vidne funkcije su:

- oštrina vida,
- kontrastna osjetljivost,
- dubinsko viđenje,
- brzina zapažanja,
- razlikovanje boja.

Gubitkom osnovnih vidnih funkcija povećava se rizik od prometnih nezgoda. S obzirom na gustoću prometa noću, broj ozlijeđenih i smrtno stradalih osoba u prometnim nezgodama je veći od onog po danu. Radi što sigurnijeg upravljanja motornim vozilom, cestovna rasvjeta treba omogućiti dobro zapažanje svih zapreka i detalja na cesti. Izvori svjetlosti cestovne rasvjete rasvjetljavaju kolnik i neposrednu okolinu ceste. To je osobito važno za ceste s gustim prometom, ali i za sve ostale vrste cesta. Istraživanja pokazuju da se broj prometnih nezgoda može smanjiti ako se ranije loše rasvijetljene ceste opreme kvalitetnom cestovnom rasvjetom.

## **6. RASVJETA PROMETNICA**

Rasvjeta prometnica mora biti omogućena cijeli dan te cijelu noć. Prometnice moraju biti vidljive, a sve zavoje treba istaknuti da bi ih vozač mogao na vrijeme primijetiti.

Rasporedi postavljanja svjetiljaka su:

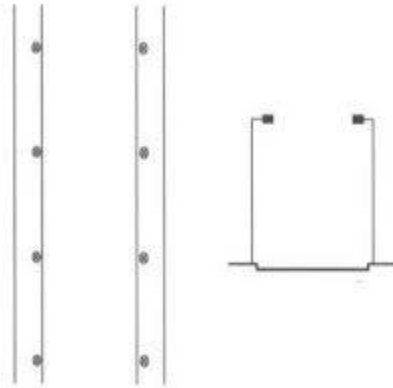
- jednostrani raspored,
- dvostrani raspored,
- centralni raspored,
- dvostrani centralni raspored,
- osni poprečni raspored,
- osni uzdužni raspored,
- raspored izvora po zavojima.

### **6.1. Jednostrani raspored**

Jednostrani raspored je raspored s najviše tri prometne trake. Sami naziv ovog rasporeda govori da su svjetiljke postavljene s jedne strane ceste i na taj način osvjetljuju obje prometne trake.

### **6.2. Dvostrani raspored**

Dvostrani raspored svjetiljki se pojavljuje kod cesta koje su relativno široke i s minimalno četiri prometna traka tako da na taj način svaki red osvjetljava polovicu kolnika.



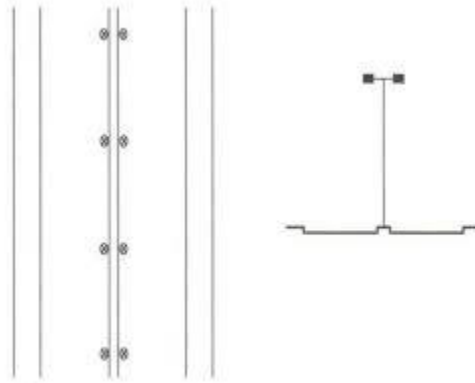
Slika 15. Dvostrani raspored svjetiljka

### 6.3. Centralni raspored

Centralni raspored se koristi na autocestama i cestama gdje su smjerovi razdvojeni razdjelnim pojasom s dva do tri prometna traka. Kod ovog rasporeda svjetiljke su raspoređene po sredini gdje je postavljen stup koji osvjetljuje kolnik.

### 6.4. Dvostrani centralni raspored

Dvostrani centralni raspored koristi se na širokim cestama te cestama koje imaju središnji zeleni pojas. Prednost ovakvog rasporeda je taj da je izvođenje instalacija jednostavan jer su svjetiljke u nizu.



Slika 16. Dvostrani centralni raspored svjetiljka

### **6.5. Osni poprečni raspored**

Osni poprečni raspored koristi se gdje su izvori postavljeni po sredini i pritom rastegnuti na čeličnim žicama.

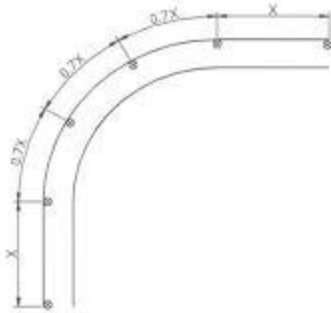
### **6.6. Osni uzdužni raspored**

Osni uzdužni raspored koristi se pri rasvjeti autocesta sa širokim kolnicima. Svjetiljke su postavljene na čeličnu žicu uz uzdužnu os ceste.

### **6.7. Raspored izvora po zavojima**

Raspored izvora po zavojima postavljaju se u radijusu manjem od 500m. Svjetiljke se postavljaju s vanjske strane zavoja. Ukoliko se radi o opasnom zavoju tada se svjetiljke postavljaju s unutarnje strane zavoja.





Slika 17. Raspored svjetiljka po zavoju

Prometnice koje treba osvijetliti:

U naseljenim mjestima su:

- gradske autoceste,
- brze gradske, glavne gradske i gradske prometnice,
- lokalne i sporedne prometnice,
- prometnice s tramvajskim i autobusnim prometom,
- kolnike s mostovima, nadvožnjacima i podvožnjacima,
- javne trgove i javna parkirališta,
- pješačke pothodnike,
- parkove i prostore između povijesnih jezgri.

Izvan naseljenih mjesta su:

- dionice svih cesta na križanju dviju ili više razina na autocestama, uključujući priključke i odvojke,
- dionice svih cesta na križanju državnih, županijskih i lokalnih cesta,
- zaobilaznice,
- dionice autocesta bez razdjelnog pojasa,
- prometne površine uz kolnik,
- sve prijelaze željezničke pruge u razini na državnim i županijskim cestama.

## **7. HRN EN 13201**

Hrvatske norme (oznaka HRN) su dokumenti koji daju pravila, upute ili značajke za različite djelatnosti i koje u skladu s načelima normizacije pripremaju tehnički odbori, a izdaje Državni zavod za normizaciju i mjeriteljstvo. Hrvatske norme se izdaju na hrvatskom jeziku. Hrvatska norma je norma koju je prihvatio Hrvatski zavod za norme te pristupio javnosti.

### **7.1. Oznaka: HRN EN 13201-3:2016**

Naslov (HR): Cestovna rasvjeta -- 3. dio: Proračun svojstava (EN 13201-3:2015)

Naslov (EN): Road lighting -- Part 3: Calculation of performance (EN 13201-3:2015)

Područje primjene:

Ovaj europski standard određuje konvencije i matematičke postupke koji se trebaju primijeniti za izračunavanje fotometrijskih performansi instalacija za osvjetljenje ceste dizajniranih u skladu s parametrima opisanim u EN 13201-2 kako bi se osiguralo da se svaki proračun osvjetljenja temelji na istim matematičkim načelima. Postupak projektiranja rasvjetne instalacije također zahtijeva poznavanje parametara uključenih u opisani model, njihovih tolerancija i varijabilnosti. Ovi aspekti nisu uzeti u obzir u ovom dijelu norme EN 13201, ali postupak analize njihovog doprinosa očekivanim rezultatima predložen je u normi EN 13201-4, a može se koristiti i u fazi projektiranja.

### **7.2. Oznaka: HRN EN 13201-5:2016**

Naslov (HR): Cestovna rasvjeta -- 5. dio: Pokazatelji energetske svojstava (EN 13201-5:2015)

Naslov (EN): Road lighting -- Part 5: Energy performance indicators (EN 13201-5:2015)

Područje primjene:

Ovaj dio europskog standarda definira kako izračunati pokazatelje energetske učinkovitosti za instalacije za rasvjetu cesta pomoću izračunatog pokazatelja gustoće snage (PDI) DP i izračunatog godišnjeg pokazatelja potrošnje energije (AECI) DE. Pokazatelj gustoće snage (DP) pokazuje energiju potrebnu za instalaciju cestovne rasvjete, dok ispunjava odgovarajuće zahtjeve za osvjetljenjem navedene u EN 13201-2. Godišnji pokazatelj potrošnje energije (DE) određuje potrošnju energije tijekom godine, čak i ako se odgovarajući zahtjevi za osvjetljenjem mijenjaju tijekom noći ili godišnjih doba. Ovi se pokazatelji mogu upotrijebiti za usporedbu energetske svojstava različitih rješenja za osvjetljenje cesta i tehnologija za isti projekt osvjetljenja cesta. Energetske performanse sustava cestovne rasvjete s različitim geometrijama ceste ili različitim potrebama za osvjetljenjem ne mogu se međusobno izravno uspoređivati, jer na energetske performanse utječe, između ostalog, geometrija područja koje se osvjetljava, kao i zahtjevi za osvjetljenjem. Pokazatelj gustoće snage (DP) i godišnji pokazatelj potrošnje energije (DE) primjenjuju se na sva prometna područja obuhvaćena nizom razreda rasvjete M, C i P kako je definirano u EN 13201-2.

### **7.3. Oznaka: HRN EN 13201-4:2016**

Naslov (HR): Cestovna rasvjeta -- 4. dio: Metode mjerenja svojstava rasvjete (EN 13201-4:2015)

Naslov (EN): Road lighting -- Part 4: Methods of measuring lighting performance (EN 13201-4:2015)

Područje primjene:

Ovaj europski standard specificira mjerne uvjete i postupke za mjerenje fotometrijskih parametara kvalitete instalacija za rasvjetu cesta, tj. količine koje kvantificiraju njihove izvedbe u skladu s EN 13201-2 razredima rasvjete. Parametri koji se koriste za kvantificiranje energetske učinkovitosti instalacija za osvjetljenje cesta nisu uzeti u obzir.

Metodologija za ocjenu performansi rasvjete na cesti s obzirom na tolerancije u parametrima projektiranja opisana je u informativnom Prilogu A.

#### **7.4. Oznaka: HRN EN 13201-2:2016**

Naslov (HR): Cestovna rasvjeta -- 2. dio: Zahtijevana svojstva (EN 13201-2:2015)

Naslov (EN): Road lighting -- Part 2: Performance requirements (EN 13201-2:2015)

Područje primjene:

Ovaj dio europskog standarda definira zahtjeve za radom koji su specificirani kao klase rasvjete za cestovnu rasvjetu s ciljem vizualnih potreba korisnika ceste i uzima u obzir aspekte okoliša cestovne rasvjete. NAPOMENA Instalirane klase jačine intenziteta za ograničavanje blještanja od onesposobljenosti i kontrolu nametljivog svjetla i instalirane klase bljeskalice za ograničavanje neudobnog odsjaja definirane su u informativnom Prilogu A. Osvjetljenje pješačkih prijelaza opisano je u informativnom Dodatku B. Procjena odsjaja invaliditeta za konfliktna područja (klase C) i pješake i bicikliste za pješake (P klase) obrađuje se u informativnom Prilogu C.

#### **7.5. Oznaka: HRN EN 13201-3:2008**

Naslov (HR): Cestovna rasvjeta -- 3. dio: Proračun svojstava (EN 13201-3:2003+AC:2007)

Naslov (EN): Road lighting -- Part 3: Calculation of performance (EN 13201-3:2003+AC:2007)

Područje primjene:

Ovaj europski standard definira i opisuje konvencije i matematičke postupke koji se trebaju primijeniti za proračun fotometrijskih svojstava instalacija za rasvjetu cesta koje su projektirane u skladu s EN 13201-2.

#### **7.6. Oznaka: HRN EN 13201-2:2008**

Naslov (HR): Cestovna rasvjeta -- 2. dio: Zahtijevana svojstva (EN 13201-2:2003)

Naslov (EN): Road lighting -- Part 2: Performance requirements (EN 13201-2:2003)

Područje primjene:

Ovaj dio europskog standarda definira, prema fotometrijskim zahtjevima, klase rasvjete za cestovnu rasvjetu s ciljem vizualnih potreba korisnika ceste i uzima u obzir okolišne aspekte cestovne rasvjete. NAPOMENA Instalirane klase intenziteta za ograničavanje odsjaja za onesposobljenost i kontrolu nametljivog svjetla i instalirane klase ocjenjivanja za ograničenje nelagode od bljeska definirane su u prilogu A.

#### **7.7. Oznaka: HRN EN 13201-4:2008**

Naslov (HR): Cestovna rasvjeta -- 4. dio: Metode mjerenja svojstava rasvjete (EN 13201-4:2003)

Naslov (EN): Road lighting -- Part 4: Methods of measuring lighting performance (EN 13201-4:2003)

Područje primjene:

Ovaj dio europskog standarda određuje postupke za izradu fotometrijskih i srodnih mjerenja instalacija za rasvjetu cesta. Primjeri daju oblik izvještaja o ispitivanju.

## 8. ZAKLJUČAK

Poznato je da se danas mnogi ljudi kreću cestama, bilo u prijevoznom sredstvu ili ne. Iz tih razloga te ceste moraju biti osvijetljene da bi se izbjegle moguće opasnosti. Osvjetljenje prometnica ima raspored postavljanja svjetiljki, a to je: jednostrani raspored, dvostrani raspored, centralni raspored, dvostrani centralni raspored, osni poprečni raspored, osni uzdužni raspored, raspored izvora po zavojima. Rasvjeta se postavlja ovisno o duljini same prometnice ali i njenoj korisnosti.

Svjetlost se opisuje kao elektromagnetsko zračenje kojemu pripada ultraljubičasto i infracrveno zračenje. Svjetlotehničke veličine ograničene su samo na vidljivo zračenje. One su: svjetlosni tok, jakost svjetlosti, rasvijetljenost, sjajnost. Svaka od njih ima svoju oznaku, formulu te mjernu jedinicu. Od tih veličina najvažnija nam je sjajnost odnosno luminancija jer nju ljudsko oko može vidjeti direktno.

Da bi se rasvjeta postavljala na prometnicama ona mora biti u skladu sa normama. Norma za rasvjetu u Republici Hrvatskoj je HRN EN 13201.

## 9. POPIS LITERATURE

1. <https://www.lipapromet.hr/Usluge/ProjektiranjeSvjetlotehnike/Rasvjetaznanjeiiskustva/tabid/72/ctl/details/itemid/185/mid/531/arulje.aspx>
2. <https://by-pass.hr/rasvjeta/zarulje/visokotlacne-zarulje/>
3. <https://www.prometna-zona.com/rasvjeta-prometnica/>
4. <https://www.enu.hr/javna-rasvjeta/>
5. [http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne\\_informacije\\_u\\_prometu/Materijali/06\\_Promet\\_na\\_rasvjeta.pdf](http://e-student.fpz.hr/Predmeti/V/Vizualne_informacije_u_prometu/Materijali/06_Promet_na_rasvjeta.pdf)
6. [https://www.google.com/search?q=jednostrani+raspored+svjetiljki&sxsrf=ALeKk01VOFuzq84qEfHJkJD62qoywi1fNQ:1593533121947&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjPi6-99anqAhVQxKYKHckICNkQ\\_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=624](https://www.google.com/search?q=jednostrani+raspored+svjetiljki&sxsrf=ALeKk01VOFuzq84qEfHJkJD62qoywi1fNQ:1593533121947&source=lnms&tbm=isch&sa=X&ved=2ahUKEwjPi6-99anqAhVQxKYKHckICNkQ_AUoAXoECAwQAw&biw=1366&bih=624)
7. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+13201-3%3A2016>
8. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+13201-5%3A2016>
9. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+13201-4%3A2016>
10. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+13201-2%3A2016>
11. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+13201-3%3A2008>
12. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+13201-2%3A2008>
13. <https://repozitorij.hzn.hr/norm/HRN+EN+13201-4%3A2008>

## 10. POPIS SLIKA

|  |    |
|--|----|
| Slika 1. Vidljivo zračenje .....   | 2  |
| Slika 2. Svjetlosni tok.....   | 4  |
| Slika 3. Jakost svjetlosti .....   | 5  |
| Slika 4. Rasvijetljenost.....  | 5  |
| Slika 5. Luminancija.....  | 6  |
| Slika 6. Utjecaj svjetlosti na ljudsko oko .....                                     | 7  |
| Slika 7. Žarulja sa žarnom niti i spektralni dijagram energetske učinkovitosti ..... | 8  |
| Slika 8. Izvor svjetlosti na električno pražnjenje .....                             | 9  |
| Slika 9. LED rasvjeta .....  | 10 |
| Slika 10. Rasvjeta na parkiralištu.....  | 13 |
| Slika 11. Ulična rasvjeta.....   | 14 |
| Slika 12. Rasvjeta u tunelu .....  | 14 |
| Slika 13. Prometna rasvjeta.....   | 14 |
| Slika 14. Blještanje u prometu.....  | 18 |
| Slika 15. Dvostrani raspored svjetiljka .....  | 23 |
| Slika 16. Dvostrani centralni raspored svjetiljka .....                              | 24 |
| Slika 17. Raspored svjetiljka po zavoju .....  | 25 |